

MICROFABRICATED DETECTION STRUCTURES**Patent number:** JP7506257T**Publication date:** 1995-07-13**Inventor:****Applicant:** UNIV PENNSYLVANIA (US)**Classification:****- international:** C12M3/08; C12M1/34; G01N33/50**- european:** B01D61/18; B01D67/00H10D; B01D71/02; B01J19/00C;
B01J19/00R; B01L3/00C6M; B01L7/00D; B01L7/00D2;
C12M1/26; C12M1/34; C12M3/00; C12M3/08;
C12Q1/68D4**Application number:** JP19930519504T 19930429**Priority number(s):** WO1993US04018 19930429; US19920877536
19920501; US19920877661 19920501; US19920877662
19920501; US19920877701 19920501; US19920877702
19920501**Also published as:**

WO9322421 (A1)

WO9322058 (A1)

WO9322058 (A1)

WO9322058 (A1)

WO9322055 (A3)

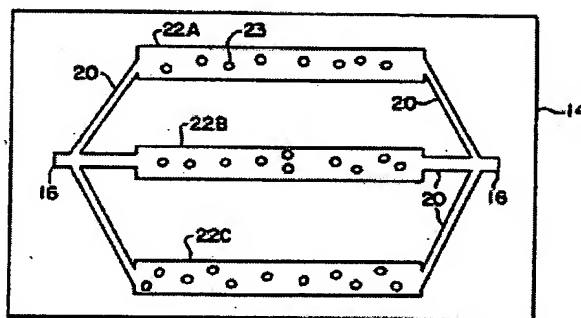
more >>

Report a data error here

Abstract not available for JP7506257T

Abstract of corresponding document: **WO9322053**

Disclosed are devices for detecting the presence of a preselected analyte in a fluid sample. The devices comprise a substrate microfabricated to define a sample inlet port (16), and a mesoscale flow system that includes a sample flow channel (20) extending from the inlet port. The mesoscale flow system further includes an analyte detection region (22) in fluid communication with the flow channel (20) comprised of a binding moiety for specifically binding the analyte. The detection region is constructed with a mesoscale dimension sufficiently small to enhance binding of the binding moiety and the analyte. The binding moiety may be immobilized in the detection region. The mesoscale detection systems of the invention may be used in a wide range of applications, including the detection of cells or macromolecules, or for monitoring reactions or cell culture growth.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表平7-506257

第1部門第1区分

(43) 公表日 平成7年(1995)7月13日

(51) Int.Cl.*	識別記号	庁内整理番号	F I
C 1 2 M 3/08		9050-4B	
1/34	A	7229-4B	
G 0 1 N 33/50	P	7055-2J	

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願平5-519504
(86) (22) 出願日	平成5年(1993)4月29日
(85) 翻訳文提出日	平成6年(1994)10月28日
(86) 国際出願番号	P C T / U S 9 3 / 0 4 0 1 8
(87) 国際公開番号	W O 9 3 / 2 2 0 5 5
(87) 国際公開日	平成5年(1993)11月11日
(31) 優先権主張番号	8 7 7 , 5 3 6
(32) 優先日	1992年5月1日
(33) 優先権主張国	米国 (US)
(31) 優先権主張番号	8 7 7 , 6 6 1
(32) 優先日	1992年5月1日
(33) 優先権主張国	米国 (US)

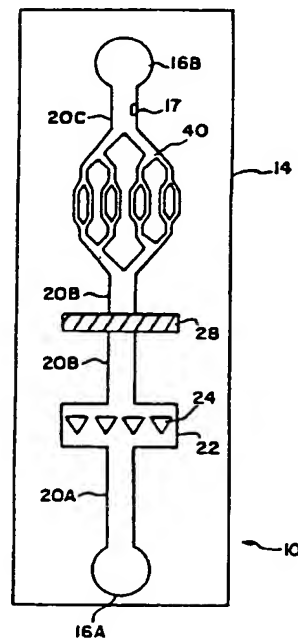
(71) 出願人	トラスティーズ・オブ・ザ・ユニバーシテ ィ・オブ・ペンシルベニア アメリカ合衆国19104ペンシルベニア州、 フィラデルフィア、スイート300、マーケ ット・ストリート3700番
(72) 発明者	ワイルディング、ピーター アメリカ合衆国19301ペンシルベニア州、 パオリ、ダービー・ロード208番
(72) 発明者	クリッカ、ラリー・ジェイ アメリカ合衆国19312ペンシルベニア州、 パーウィン、ネイサン・ヘイル・ロード 886番
(74) 代理人	弁理士 青山 葆 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 微細加工した分析装置における流体の取扱い

(57) 【要約】

細胞を含有する流体試料を分析するための装置を開示する。該装置は、少なくとも1つの試料流入ポート(16A)およびメソスケール流動システム(20)を形成するように微細加工した固形基材(14)よりなる。該メソスケール流動システム(20)は、流入ポートから伸びる試料流動チャンネル(2.0)と、該流動チャンネルと流体連絡して設けられた、細胞処理のための細胞取扱い領域を包含する。該装置は、さらに、該流動システムを通過する試料中の細胞の流動を誘起するための手段も含有させてもよい。一的具体例において、該細胞取扱い領域(22)は細胞溶解手段(24)よりなり、例えば、細胞試料中の細胞内成分を検出する前に、試料中の細胞を溶解することができる。もう一つ的具体例において、該細胞取扱い領域は、細胞試料中の特異的集団の細胞に可逆的に結合して、試料から該特異的細胞集団を単離することを可能とする結合領域よりなるものとする。該装置は、細胞を含有する流体試料分析のために、広範囲の自動化され、敏感で迅速なテストで利用することができる。



請求の範囲

1. 流体、細胞を含有する試料を分析するための装置であって、
試料流入ポートと;
該流入ポートから伸びる試料流動チャンネル; および
該流動チャンネルと流体連絡して設けられた細胞を処理するための細胞取扱領域からなるメソスケール流動システム;
とを形成するように微細加工された固体基材よりなる該装置。
2. さらに、該メソスケール流動チャンネルおよび該細胞取扱領域を通しての該試料中の細胞の流動を誘起させるための手段よりなる請求項1記載の装置。
3. 該細胞取扱領域が細胞溶解手段よりなり;
ここに、流動を誘起させるための該手段を用いて、該試料中の細胞を該細胞溶解手段と細胞膜破壊的接触させ、それにより、該試料中の細胞を溶解する請求項2記載の装置。
4. 該細胞溶解手段が、その壁から伸びる細胞膜貫通突起物を有する流動チャンネルの部分よりなる請求項3記載の装置。
5. 該細胞溶解手段が、該細胞取扱領域の中に捕捉された鋭いエッジの粒子よりなる請求項3記載の装置。
6. 該細胞溶解手段が、細胞の通過を阻害するが、細胞内分子を通過させるのに十分な制限された断面寸法の領域よりなる請求項3記載の装置。
7. さらに、該試料中の細胞の細胞内分子成分の存在を検出するための、該細胞溶解領域の下流にある手段よりなる請求項3記載の装置。
8. さらに、不溶性の細胞夾雑物を収集するための、該細胞溶解手段の下流に設けられた手段よりなる請求項3記載の装置。
9. さらに、該細胞溶解手段の下流に設けられた濾過手段よりなる請求項3記載の装置。
10. 該基材が、さらに、少なくとも2つのさらなるポートと連絡した分岐メソスケール流動チャンネルを形成し、該装置が、さらに、該流動チャンネルのう

に、該流体を該基材の流動システムに通すための、該器具に設けられている、ポンプ手段よりなる請求項2記載の装置。

18. さらに、該基材と組み合わせて用いるための器具よりなり、該器具が:
該基材を保持するための手段; および
該基材中の該メソスケール流動システムの内容物を観察するための光学的手段よりなる請求項2記載の装置。

19. 該光学的手段が、拡大する光学機器およびビデオカメラよりなり、ここに、該器具が、さらに:

該装置の角度および位置を手動で調整するための傾斜機構; および
該流動システムの内容物を観察するためのビデオスクリーン
よりなる請求項18記載の装置。

20. 流体試料を分析するための装置であって:

試料流入ポート;

該流入ポートから伸びた試料流動チャンネル;

該流動チャンネルと流体連絡した分岐チャンネル; および

各々が、該流動チャンネルおよび該分岐チャンネルの間、ならびに該流動システムの外部に連絡する少なくとも2つのさらなるポート; および

該流動システム内に含有されている試料中の分析物の存在または濃度を示すデータを光学的あるいは電気的に収集するための検出領域よりなるメソスケール流動システムを形成するように微細加工された固形基材; および

該流動システムを通る流動を、該さらなるポートのうち選択された1つに向けてするためのバルブ手段よりなる該装置。

21. さらに、該基材と組み合わせて用いるための器具よりなり、該器具が:
該基材を保持するための手段;

該基材が該保持手段中に保持されている場合に、該ポートのうち少なくとも2つに連絡している流体流動チャンネル; および

該流動システム内で流動を誘起するためのポンプ手段よりなる請求項20記載の装置。

特表平7-506257 (2)

ち選択された1つの内に流体流動を向けるバルブ手段よりなる請求項2記載の装置。

11. 該細胞取扱領域が:

該細胞試料中の該細胞集団の予め選択された細胞表面分子に可逆的に結合する固定化された結合部位よりなる細胞捕捉領域よりなり;

ここに、該細胞含有試料の流動を誘起するための該手段を用いて;

該結合部位によって該細胞集団中の細胞の捕捉を可能とし、それにより、該試料から該細胞集団を分離するのに十分な第1の流速; および

該分離された細胞を該捕捉領域から放出するのに十分な第2の速い流速にての流動を誘起する請求項2記載の装置。

12. 該流動システムが、さらに、該試料の細胞外成分の存在を検出するための、該細胞捕捉領域の下流にある手段よりなる請求項11記載の装置。

13. 該流動システムが、さらに、該細胞捕捉領域から下流にある細胞溶解手段よりなり、ここに、該流動誘起手段が、細胞を該細胞溶解手段へ押し込むための手段を含有し、それにより、該試料中の細胞を溶解し;

該装置が、さらに、該捕捉された細胞中の細胞内成分の存在を検出するための手段よりなる請求項11記載の装置。

14. さらに、該試料から細胞夾雑物を透過するための、該細胞溶解手段および該検出手段の間に設けられたフィルター手段よりなる請求項13記載の装置。

15. 該基材が、さらに、十分に小さな直径の細胞のみを通過させる制限された大きさの複数の流動経路を形成する手段からなる細胞ふるいを形成する請求項2記載の装置。

16. 該基材が、微細加工されたシリコンよりなる請求項1記載の装置。

17. さらに、該基材と組み合わせて用いるための器具よりなり、該器具が:
該基材を保持するための手段; および

該基材上の流入ポートと適合する流体投入手段

よりなり;

ここに、流動を誘起するための該手段が、流体が該保持手段に保持される場合

22. 該バルブ手段が該器具内に設けられている請求項21記載の装置。

23. 流体試料を分析するための装置であって:

その各々が流動チャンネルおよび分析物検出領域よりなり、該流動システムの1つが試料を分析するために適合したものであり、他のものが対照として適合するものである、少なくとも2つのメソスケール流動システムを形成するように微細加工された固体基材; および

該流動システムを両方を通る試料の流動を実質的に同時に誘起し、それにより、該システムの検出領域からのデータと比較することができる手段よりなる該装置。

24. 流体試料を分析するための装置において、試料流入ポートと、該ポートおよび分析物検出領域の間に連絡する試料流動チャンネルよりなるメソスケール流動システムとを形成するように微細加工された固体基材よりなる装置であって、改良点が:

分析物を検出する前に該試料から不溶性物質を除去するために、該検出領域の上流に、該流動チャンネル中に設けられたフィルターよりなる該装置。

25. さらに、該フィルターに隣接して設けられた、不溶性の夾雑物を収集するための排水溜りよりなる請求項24記載の装置。

26. (A)標的の細胞集団に特異的な細胞膜結合タンパク質に特異的な結合蛋白がその上に固定化された固体壁よりなるメソスケール試料流動経路を供し;

(B)可逆的な細胞表面タンパク質-固定化タンパク質結合により、細胞標的受容体の膜は捕捉でき、一方他の細胞はそれを通過させる条件下において細胞含有液体試料を該流動経路に通し; 次いで、

(C)該標的の細胞受容体を放出させるために該流動経路における条件を変化させる工程よりなることを特徴とする細胞含有液体試料中の標的細胞受容体を分離する方法。

27. 該流動経路中の流体の該流動速度を工程Cで増大させて、該固体壁から細胞を剪断により除く請求項26記載の方法。

28. 工程Cを、該細胞を該固体壁から脱着させる溶媒を、該流動チャンネルに導入することによって行う請求項26記載の方法。

特表平7-506257 (3)

明 細 書

微細加工した分析装置における流体の取扱い

関連出願の相互参照

本出願は、(出典明示して本明細書の一部とみなす)以下の関連する同時係属出願: 1992年、5月1日に提出した米国特許出願第07/877,702号; 1992年、5月1日に提出した米国特許出願第07/877,701号; 1992年、5月1日に提出した米国特許出願第07/877,622号; および 1992年、5月1日に提出した米国特許出願第07/877,661号と同時に提出されているものである。

発明の背景

本発明は、一般に、分析を行うための方法および装置に関する。さらに詳細には、本発明は流体試料を分析できる小型で、典型的には一回使用のモジュールのデザインおよび構成に関する。

最近の数十年間に、技術により、生物試料の分析を行うための膨大な数のプロトコル、テストキットおよびカートリッジが、種々の診断およびモニターの目的で発展してきた。イムノアッセイ、酵素アッセイ、およびポリメラーゼ連鎖反応に基づく分析、種々のリガンド-受容体相互作用、ならびに複合体試料種の分別移動、これらすべては、種々の生物化合物もしくは汚染物の存在または濃度、あるいは特定の細胞型の存在を検出するのに用いられてきた。

最近、生物試料を取り扱い、ある種の臨床試験を行うための小型でディスプレイ装置が開発された。ショージ(Shoji)らは、シリコンウェハー上に加工された小型血液気体分析器(miniature blood gas analyzer)の使用を報告している(ショージ(Shoji)ら、センサーズ・アンド・アクチュエーターズ(Sensors and Actuators)、第15巻:101-107頁(1988年))。サト(Sato)らは、マイクロ機械加工シリコン装置(micromechanical silicon device)を用いた細胞融合技術を報告している。(サト(Sato)ら、センサーズ・アンド・アクチュエーターズ(Sensors and Actuators)、A21-A23:948-953頁(1990

年))。コロンブス(Columbus)らは、生物流体の毛細管流動の制御下に、2つの直交した向きのV溝付きのエンボス加工を施したシートよりなるサンドウィッチ構造体を利用して、実験的なマルチチャンネルテスト装置において、イオン選択性電極を離散させている(コロンブス(Columbus)ら、クリニカル・ケミストリー(Clin. Chem.)、第33巻:1531-1537頁(1987年))。

マサダ(Masuda)らおよびワシズ(Washizu)らは、(例えば、細胞融合等の)細胞相互作用の流体流動チャンパーの使用を報告している(マサダ(Masuda)ら、プロシーディングス・アイイーイー/アイエイエス・ミーティング(Proceedings IEEE/IAS Meeting)、1549-1553頁(1987年); およびワシズ(Washizu)ら、プロシーディングス・アイイーイー/アイエイエス・ミーティング(Proceedings IEEE/IAS Meeting)、1735-1740頁(1988年))。当該分野では、生物流体の分析および微生物の検出を行うためのメソスケール装置を用いる可能性が未だ十分には開拓されていない。

微生物の検出に利用されている最近の分析技術は、ほとんど自動化されており、通常、適当な培地中でインキュベートして生物数を増加させる必要があり、必ず視覚的および/または化学的な方法を用いて菌検または菌種を同定する。かかる方法に固有の遅延は、しばしば、感染の性質の確定的な同定の前に、医学的介入(medical intervention)を要する。患者、公衆の健康または臨床的な環境においては、かかる遅延は重大な意義をもちうる。迅速な微生物検出のための簡便なシステムに対する要望がある。

本発明の目的は、マイクロ容量の試料で分析でき、非常に低濃度で存在する物質を検出でき、分析結果を迅速に出せる最適な反応条件を有する分析システムを提供することにある。もう1つの目的は、生物学的および他の適用の範囲において、迅速に、自動化された分析が可能なメソスケールの機能性要素を有し、容易に大量生産でき、ディスプレイ装置で、(例えば、1cc容量より少ない)小型の装置を提供することにある。本発明のさらなる目的は、食品、水または体液中において、迅速な臨床テスト、例えば、細菌の汚染、ウイルスの汚染、精子の運動性、血液パラメーター、汚染物のテストを毎々に行うことができるかかる装置を提供

年))。チバ・コーニング・ダイアグノスティクス・コーポレーション社(米国)(Ciba Corning Diagnostics Corp.)は、凝血を検出するためのマイクロプロセッサで制御されたレーザーフォトメーターを製造している。

マイクロ機械加工技術は、マイクロエレクトロニクス産業に発祥するものである(アンゲル(Angell)ら、サイエンティフィック・アメリカン(Scientific American)、第248巻:44-55頁(1983年))。マイクロ機械加工技術は、(生物細胞の寸法である)数十ミクロンないし(生物のいくつかの巨大分子の寸法である)ナノメートルの最小寸法範囲の構造要素を有するマイクロ設計された装置の製造を可能とした。本明細書中においては、この大きさを「メソスケール(mesoscale)」という。メソスケール構造を包含するほとんどの実験は、マイクロ機械学、例えば、機械的動作および流動特性等の研究を含有する。メソスケール構造の潜在的な可能性は、生命科学分野においては、未だ、十分には開拓されていない。

ブルネッテ(Brunette)は、シリコン、チタン被覆したポリマー等の溝における繊維芽細胞および上皮細胞の挙動を研究した(ブルネッテ(Brunette)、エクスペリメンタル・セル・リサーチ(Exper. Cell Res.)、第167巻:203-217頁(1986年)および第164巻:11-26頁(1986年))。マッカートニー(McCartney)らは、溝を付けたプラスチック基材中の腫瘍細胞の挙動を精査した(マッカートニー(McCartney)ら、キャンサー・リサーチ(Cancer Res.)、第41巻:3046-3051頁(1981年))。ラセル(LaCelle)は、微小毛細管中の白血球および赤血球の流動を研究して、微小循環中の障害を行った。(ラセル(LaCelle)、ブラッド・セルズ(Blood Cells)、第12巻:179-189頁(1986年))。ハング(Hung)およびバイスマン(Weissman)は、マイクロ機械加工したチャンネルにおける流体力学の研究を報告しているが、分析装置に関連するデータは得ていない(ハング(Hung)ら、メディカル・アンド・バイオロジカル・エンジニアリング(Med. and Biol. Engineering)、第9巻:237-245頁(1971年); およびバイスマン(Weissman)ら、アム・インスト・ケム・エング・ジェイ(Am. Inst. Chem. Eng. J.)、第17巻:25-30頁(1971

供することにある。

発明の概要

本発明は、流体試料を分析するための方法および装置を提供する。該装置は、試料流入ポートおよびメソスケール流動システムを形成するために微細加工された、典型的には、数ミリメートル単位の厚さであって、約0.2ないし2.0平方センチメートルのオーダーの固体基材よりなる。該メソスケール流動システムは、流入ポートから伸びる試料流動チャンネル、および、該流動チャンネルに流体連結した流体取扱い領域を含有する。本明細書中においては、「メソスケール」なる語は、0.1μmないし500μmのオーダーの断面寸法を有するチャンネルおよび流動経路を定義するのに用いる。該メソスケール流動チャンネルおよび流体取扱い領域は、0.1μmないし100μm、典型的には2~50μmのオーダーの深さを有するのが好ましい。そのチャンネルは、好ましくは2.0ないし500μm、さらに好ましくは3ないし100μmのオーダーの幅を有するのが好ましい。多くの適用には、5~50μm幅のチャンネルが有用であろう。基材中のチャンネルは、しばしば、さらに大きな寸法、例えば、数ミリメートルとなろう。

一の実体例において、該装置は、細胞を含有する流体試料を分析するのに利用してもよく、該流体取扱い領域は細胞取扱い領域よりなっている。さらに、該装置は、該メソスケール流動システムを通過の、試料中の細胞の流動を誘起するための手段を含有している。該細胞取扱い領域は、細胞溶解手段よりなっている。該流動誘起手段を利用して、細胞試料を該細胞溶解手段に強制的に通して、細胞を破壊することができる。また、該装置内に、該細胞試料中の細胞の細胞内分子成分の存在を検出するための手段を設けてもよい。該細胞溶解手段は、例えば、細胞取扱い領域中に捕捉させた鋭いエッジのシリコン片、または該メソスケール流動システムの該細胞取扱い領域の壁から伸びる細胞膜貫通突起物よりなっている。別法として、減少した断面領域の領域は、該細胞溶解手段よりなっている。該流動システムは、さらに、例えば、細胞内分析物の存在を分析する前に、試料からの細胞夾雑物を通過するための微細加工されたフィルターよりなっている。

また、該細胞取扱い領域は、可逆的に細胞表面分子に結合できて、細胞試料からの細胞集団を選択的に単離できる結合部位よりなる細胞捕捉領域よりなっている。また、試料中の細胞または細胞表面分子の存在を検出するための手段を、該細胞捕捉領域の下流に設けてもよい。もう一つの具体例において、該細胞取扱い領域は、大きさによって細胞を分別できる、該領域の壁から伸びるポスト(post)のごとき不活性な遮蔽物よりなっている。また、該ポストは、例えば、精子運動性を査定できる精子試料の流動に対する遮蔽物よりなっている。また、該細胞取扱い領域は、可逆的に細胞表面分子に結合できて、細胞試料からの細胞集団を選択的に単離できる結合部位よりなる細胞捕捉領域よりなっている。また、試料中の細胞または細胞表面分子の存在を検出するための手段を、該細胞捕捉領域の下流に設けてもよい。もう一つの具体例において、該細胞取扱い領域は、大きさによって細胞を分別できる、該領域の壁から伸びるポスト(post)のごとき不活性な遮蔽物よりなっている。また、該ポストは、例えば、精子運動性を査定できる精子試料の流動に対する遮蔽物よりなっている。

一般的には、本明細書に開示のごとき、該固形基材は、メソスケール流動システムを含有するチップよりなる。該メソスケール流動システムは、確立されたマイクロ機械加工方法を用いて、シリコンおよび他の固形基材から設計し加工することができる。装置中の該メソスケール流動システムは、流動チャンネルおよび1またはそれを超える流体取扱い領域を該基材表面に微細加工し、次いで、例えば、透明なガラスカバーのようなカバーを表面にわたり付着させることによって組み立てることができる。典型的には、該装置は、例えば、該基材またはカバーを通して流動システムと連絡した孔によって形成された流入ポートを通じて該流動システムに導入された、マイクロ容量(<10 μ L)の試料を分析するのに適した大きさに設計される。該メソスケール流動システムの容量は、典型的には、<5 μ mであらうし、個々のチャンネル、チャンバーまたは他の機能的要素の容量は、しばしば1 μ mより小さく、例えば、nまたはpLの範囲であらう。マイクロ容量の試料流体中に(例えば、ナノグラム量の)非常に低濃度で存在する細胞または他の成分は、迅速に(例えば、<10分で)分析できる。

典型的には、該チップは、該チップを保持するための収容部位を含有する器具と共に用いられ、それは、チップ上の1またはそれを超える投入ポートと該器具中の1またはそれを超える流動ラインとからなる。特定の細胞型または分子成分を含有すると予想される流体試料、例えば、細胞を含有する流体試料を該基材の流入ポートに適用した後、該チップを該器具に置き、例えば、器具中のポンプを動作させて該試料を該流動システムに通す。別法として、試料は、該器具によ

って該チップの中に注射してもよい。また、該試料は、毛細管作用によって該流動システムに注入させてもよい。

一の具体例において、細胞、細胞内または他の流体試料成分のごとき流体試料中の分析物の存在を検出するために、該装置の流体取扱いチャンバーは、該流体取扱い領域から下流にメソスケール検出領域を含有してもよい。該検出領域は、(出典明示して本明細書の一部とみなす)USSN[代理人ファイル番号 UPA 001(8261/2)]、メソスケール・デテクション・ストラクチャーズ(Mesoscale Detection Structures)に従って構築できる。該器具は、検出領域にて電子的または分光光度計の信号を受けて、該細胞試料中の予め選択された成分の存在を示すように設計してもよい。また、検出領域中の細胞、細胞内または他の分析物の存在も、例えば、該検出領域上の透明なカバーのごとき、透明もしくは半透明な窓を通すか、あるいは、該基材自体の半透明部分を通して光学的に検出することもできる。該器具は、該検出領域中の予め選択された分析物の存在を検出できる分光光度計のごときセンサー器具を含有してもよい。一の具体例において、該検出領域は、検出すべき分析物に結合でき、それによって検出を向上し容易にする結合部分よりなっている。また、該検出領域は、フラクタル(fractal)領域、すなわち、出典明示して本明細書の一部とみなすUSSN[代理人ファイル番号 UPA 002(8261/3)]、アナライシス・ベースド・オン・フロー・レストリクション(Analysis Based on Flow Restriction)に開示されているごとき、流体試料の流動特性の変化に敏感な、順次分岐する流動チャンネルの領域よりなっている。また、該装置には、当該ポートを開閉してメソスケール流動システムを流す流体流動の制御を可能とするために、該流動システムと流体連絡し、例えば、当該装置と組み合わせる器具中にバルブを設けた、少なくとも3つの流入ポートを加工することができる。

該メソスケール装置は、広範な生物学的テストを行うのに適する。該装置のいくつかの特徴および長所を表1に要約する。

装置には、例えば、2またはそれを超える分析を同時に行うことができるようにするために各システムに異なる細胞取扱いチャンバーを有し、共通の流入ポ

ートによって供給される、2またはそれを超える別々の流動システムを包含させることもできる。該装置を利用して、例えば、流体試料中の細胞成分または細胞内成分の存在を検出する迅速なある範囲の試験を行うことができる。該装置を利用して、例えば、病原性細菌もしくはウイルスを検出でき、または細胞を分別することができる。本発明は、広範な分析が可能である方法および装置を提供する。アッセイは迅速に完了し、そのアッセイの終了時には該チップは破棄してもよく、これは、試料間の汚染を防止し、危険な物質を潜在的に排除する点で有利であり、安価なマイクロ試料分析を提供する。

表 1

特 徴	利 点
融通性	チップ数に制限がない設計または適用が利用可能である。
再現性	信頼でき、標準化されたチップの大量生産が可能である。
低コスト生産性	現存するシステムと競合する価格とできる。一回使用工程用のディスポーザブルである。
小型性	大きな器具を要しない。通常でない研究室環境で使用するポータブルなユニットおよびシステムに利用できる。最低の在庫コストおよび稼働コストである。
マイクロスケール	最低の試料容量および試薬容量しか要しない。試薬コスト、高価な特別のテスト工程を特に減じている。単純化された器具機構とできる。
堅固性	微生物アッセイおよび他の清潔な環境を要する工程に用いるために、チップは滅菌できる。
密閉システム	バイオハザードは最小限に止められる。工程の完全性を保証する。
多重処理性能	単一のチップで多工程または複数の分析を行うことができる。パネルアッセイができる。

マルチ検出性能 実質的にいずれのシステムをもモニターするアッセイおよび工程の可能性を拡張する。広範な適用が可能である。

再使用可能なチップ ある種の適用については、使用者により、工程当たりのコストを削減する。

図面の簡単な説明

図1は固形基材14を含有する本発明の装置の拡大平面図であり、該固形基材には、流入ポート16、メソスケール流動チャンネル20、細胞溶解チャンバー22およびフラクタル領域40が加工されており、該基材の表面には透明カバー12が取り付けられている。

図2は図1に示した該装置の長手方向の断面図である。

図3は図1に示した該装置の斜視図である。

図4は当該装置10を支持し、該装置10中の試料流体の圧力を調整し検出するのに用いる器具50内に収容した分析装置10の模式的図である。

図5は該流動チャンネルの壁から伸びる細胞または細胞夾雑物を通過する突起物26を有する不活性基材14上の流体取扱い領域22の断面斜視図である。

図6は該チャンネルの壁から伸びる細胞貫通突起物24を有する不活性基材14上の流体取扱い領域22の断面図である。

図7は細胞分別、細胞溶解およびPCR分析を含有する種々の機能を行うのに適当な一連のメソスケールチャンバーが加工された分析装置10の模式的な上面図である。

図8ないし図10はメソスケール流動チャンネル20中に微細加工したフィルターの異なる具体例を図示する。

図11は装置10の内容物を観察するための、装置10と組み合わせて用いる器具60の模式的な斜視図である。

図12は図11の器具60の模式的な断面図である。

各図面中の同様の参照記号は対応する部分を示す。

発明の詳細な説明

特表平7-506257 (5)

本発明は液体試料を分析するための方法および装置を提供する。該装置は、試料流入ポートおよびメソスケール流動システムを形成するように微細加工された固体基材よりなる。該メソスケール流動システムは、該流入ポートから伸びる試料流動チャンネルと、該流動チャンネルと流体連絡した流体取扱い領域とよりなる。一の具体例において、該装置は細胞を含有する液体試料を分析することができる。該装置は、例えば、細胞試料中の細胞成分または細胞内成分の存在を検出するのに用いることができる。

メソスケール流動チャンネルおよび細胞取扱いチャンバーを有する分析装置は、固形基材材料から設計でき、大量に加工できる。それらは容易に滅菌できる。その正確で効率的な加工が可能なく発達した技術のため、シリコンが好ましい基材材料であるが、ポリテトラフルオロエチレンのごときポリマーを含有する他の材料を用いてもよい。該試料流入ポートおよび他のポート、試料流動チャンネルおよび流体取扱い領域を含有する該メソスケール流動チャンネル、ならびに、他の機能性要素は、当業者に公知のいずれの種々のマイクロ機械加工方法によっても、シリコン基材から大量で安価に加工することもできる。利用できる該マイクロ機械加工方法は、スピンコーティング法および化学気相蒸着のごときフィルム蒸着工程、レーザー加工またはUVもしくはX線工程のごときフォトリソグラフ技術、あるいは、湿式プロセスまたはプラズマプロセスいずれかによるエッチング法を包含する(例えば、マンズ(Manz)ら、トレンズ・イン・アナリティカル・ケミストリー(*Trends in Analytical Chemistry*)、第10巻:144-149頁(1991年)参照)。

変化する幅および深さの流動チャンネルをメソスケール寸法で加工できる。加工されたメソスケール流動チャンネルを含有する該シリコン基材は、薄くアノード的に結合したガラスカバーで被覆または密封されていてもよい。他の透明または不透明な被覆材料を用いてもよい。別法として、2つのシリコン基材をサンドウィッチしてもよく、あるいは、シリコン基材を2つのガラスカバー間に挟み込んでもよい。透明なカバーを用いることにより、該チャンネル内容物の動的な観察が容易となる窓が得られ、該メソスケール流動システムを光学的に観察し得べ

ることが目視または機械的に可能となる。他の加工アプローチを用いることもできる。

該装置の容量は非常に小さく、従って、分析に要する試料流体の容量は小さい。例えば、10ミクロン幅×10ミクロン深さ×1cm(10⁴ミクロン)長さである500個の滴のアレイをその表面に有する1cm×1cmのシリコンにおいて、各滴の容量は10⁻³μLであって500個本の滴の全容量は0.5μLとなる。小容量の該メソスケール流動システムにより、非常に小さな容量(5μL)の液体試料でアッセイを行うことが可能となる。該装置のメソスケール流動システムは、マイクロリッター容量、あるいはナノリットルまたはそれ未満にて微細加工することができ、これにより該アッセイに要する試料および/または試薬流体の容量が有利に限定される。一の具体例において、循環ネットワークのごとき生物学的構造の電子顕微鏡写真を、該基材上のメソスケール流動システムを加工するためのマスクとして使用することができる。メソスケール流動システムは、このような大きさおよび立体配置の範囲にて加工することができる。

一の具体例において、該装置は細胞を含有する液体試料を分析するのに利用することができる。該流体取扱い領域は、一の具体例において、mRNAまたはDNA分子のごとき細胞内分子の分析前に流体試料中の細胞を溶解できる細胞溶解手段よりなっている。図6に示すように、該細胞溶解手段は、細胞取扱い領域22の表面から伸びる細胞膜貫通突起物24よりなっている。該装置は、該流動システムを流る流動を誘起するためのポンプのごとき手段を含有してもよい。流体流動が貫通突起物24を通して押し込まれると細胞が破壊される。細胞夾雑物は、該細胞溶解手段から下流の該流動システム中に微細加工されたフィルターを用いて濾別することができる。また、該細胞溶解領域は、該細胞取扱い領域に捕捉された、例えば、シリコンから加工した鋭いエッジの粒子よりなっている。加えて、該細胞溶解手段は、制限された断面寸法の領域よりなっている。これにより十分な流動圧の適用で細胞溶解を行える。もう一つの具体例において、該細胞溶解手段は、細胞溶解剤よりなっている。該装置は、細胞試料中の選択された細胞内分子成分と結合できる結合部位より

なる、細胞溶解領域と流体連絡した、メソスケール流動システム中に微細加工されたメソスケール検出領域を包含させることもできる。結合部分は、該検出領域と流体連絡した流入ポートを介して該検出領域中に導入することができる。別法として、結合部分は、該チャンネル表面上への物理的吸着、または、該チャンネル表面もしくはポリマービーズのごとき固着反応物への共有結合のいずれかにより該検出領域中に固定化することができる。当該分野で利用できる技術を利用して、該表面を化学的に活性化し、続いて結合部位を該表面へ結合させてもよい(例えば、ソリッド・フェーズ・バイオケミストリー(*Solid Phase Biochemistry*)、グブリュ・エイチ、コウテン(W. H. Scooten)編、ジョン・ウィリー(John Wiley)、ニュー・ヨーク(New York)中のハラー(Haller)、535-597頁(1983年);およびマンデニアス(Mandenius)ら、アナリティカル・バイオケミストリー(*Anal. Biochem.*)、第137巻:106-114頁(1984年)、およびアナリティカル・バイオケミストリー(*Anal. Biochem.*)、第170巻:68-72頁(1988年)参照)。

該検出領域中の結合部位は、例えば、抗原結合タンパク質、DNAプローブ、あるいはリガンド/受容体対のうち一方よりなるものでよく、抗原、ポリヌクレオチドまたは細胞表面分子のごとき予め選択された細胞、細胞内または他の分析物を検出することができる。検出領域中で利用される当該分野で用いられる該結合アッセイは、イムノアッセイ、酵素学的アッセイ、リガンド/バインダー・アッセイおよびDNAハイブリダイゼーションアッセイを含有する。特定の細胞内分析物の検出は、検出領域中の適当な結合部位を選択することにより行うことができる。該検出領域は、(出典明示して本明細書の一部とみなす)USSN[代理人ファイル番号 UPA001(8361/2)]、メソスケール・ディテクション・ストラクチャー(Mesoscale Detection Structures)に開示されている方法に従って加工することができる。

また、該メソスケール検出領域は、該液体試料中の予め選択された細胞、細胞内または他の分析物の存在により誘起される流動性質の変化に敏感な領域からなるものとする。該流動感受性領域は、例えば、複数の第二の流動チャ

ネルに至る分岐部よりなるフラクタル領域からなっている。該流動感受性領域、例えば、該フラクタル領域は、(出典明示して本明細書の一部とみなす)関連する係数出願、米国特許番号[代理人ファイル番号 UPA002(8261/3)]アナリシス・ベースト・オン・フロー・リストラクション(Analysis Based on Flow Restriction)により構築することができる。

該装置は、例えば、細胞を含有する液体試料中の予め選択された細胞内または細胞表面の部位を検出することができる複数の流体取扱い領域からなるものとする。一の具体例において、該メソスケール流動システムには、細胞溶解手段、細胞夾雑物を濾過するためのフィルター、および、検出領域を微細加工することができる。該フィルターは、該細胞溶解手段および該検出領域の間の該流動システム中に微細加工されていてもよく、該検出領域中での細胞内分析物の検出前に、試料からの溶解された細胞膜および他の細胞夾雑物を除去することができる。該流動システム中に微細加工されていてもよいフィルターは、図8ないし図10に示したフィルター80を含有する。図8ないし図10に示した該装置10において、該フィルター80は、該流動チャンネル20Aおよび20Bの間に微細加工され、チャンネル20A中の試料流体が該フィルター80を通過するのを可能にする。その直後、例えば、メソスケール検出領域中での、続く下流での分析の前に、フィルター80を通過してチャンネル20Bに出て行く。フィルター80は、チャンネル20に比して小さな直径のメソスケール流動チャンネルであり、0.1ないし20μmのオーダーの深さおよび幅で微細加工する。対照的に、該流動チャンネル20Aおよび20Bは、最大約500μmのオーダーの大きな幅および深さを有する。フィルター80の小さな直径により、該試料からの切断された細胞膜および他の細胞夾雑物を濾過することができる。図5に示す該流動チャンネル20の壁から伸びるポスト26のごとき、他のフィルター手段を用いることもできる。

該検出領域における分析物の存在は、該装置中の流動システムの選択された領域における試料流体の圧力または電気導電度をモニターすることを包含する数多くの方法か、あるいは、視覚的または機械により透明なカバーまたは基材自体の

半透明な部分のいずれかを通じての光学的な検出によって検出できる。該検出領域中の分析物の検出は、(出典明示して本明細書の一部とみなす)関連する従属出願USSN[代理人ファイル番号UPA001(8261/2)]、メソスケール・ディテクション・ストラクチャーズ(Mesoscale Detection Structures)、およびUSSN[代理人ファイル番号UPA002(8261/3)]、アナリシス・ベースド・オン・フロー・リストラクション(Analysis Based on Flow Restriction)に開示されているごとくに行う。バルブ、メソスケール圧力センサー、および他の機械的なセンサーのごとき装置は、シリコン基材に直接加工することができ、確立された技術に従って大量生産することできる(アンゲル(Angell)ら、サイエンティフィック・アメリカン(Scientific American)、第248号:44-55頁(1983年))。また、圧力センサーおよび他の検出手段も、該装置と組み合わせて利用する器具中に設けることができる。

もう一つの具体例において、該流体取扱い領域は、細胞を含有する流体試料からの予め選択された細胞集合を分離するための細胞捕捉領域よりなっている。細胞上または細胞内の巨大分子、あるいは細胞外流体中の成分の下流での分析ができる。該細胞捕捉領域は、タンパク質のごとき特徴的な細胞表面分子を介して標的細胞に可逆的に結合できる結合部位よりなっている。一の具体例において、該細胞捕捉領域は、細胞を含有する流体試料から予め選択された細胞集団を単離するのに利用できる。この具体例において、該装置には、ポンプのごとき該流動システムを通過する該試料の流動を誘起するための手段を設ける。低流動圧では、細胞は該細胞捕捉領域中で該結合部位に結合する。次いで、流動を続けて、例えば、緩衝液の流動で該細胞を洗浄する。高流動かつ高流動圧では、洗浄した細胞が該分離領域から放出され、分析のために下流に、例えば、メソスケール検出領域へと移動する。もう一つの具体例において、細胞外流体が下流へと流動し、例えば、メソスケール領域中で分析される間に、該細胞は固定化されたままである。また、該細胞を該細胞捕捉領域の壁から脱落できる特異的溶媒を流動システムを通して流動させることにより、該結合している細胞を該細胞捕捉領域から除去できる。

突起物24を設ける。試料流体は流入ポート16Aを通過して該流動システムに添加することができる。次いで、該装置のポンプを用いて、細胞試料を流動チャンネル22Aを通過して細胞溶解チャンパー22に入れてもよい。次いで、溶解された細胞試料をフィルター28を通過して濾過し、フラクタル検出領域40を通過してポート16Bに向かって流動させる。該基材14は、ガラスまたはプラスチックの窓12で被覆されている。細胞内分析物の存在は、特定の細胞内分析物により誘導される該フラクタル検出領域40の流動制限を、例えば、光学的に検出することにより示される。該フラクタル領域は、フラクタル領域40における流動制限を増強するために、分析物に結合できる結合部位を包含させることができる。

該メソスケール流動システムを含有する分析装置は、該装置に流体をデリバリーし、該装置から流体を受けるため、図4に模式的に示す器具50のごとき器具と組み合わせて用いることができる。その器具には、装置10を保持し、装置上の、例えば、ポート16のようなポートと合わせるための収容部位58を該器具中の流動ラインと共に組み込む。該器具は、該細胞を含有する試料を細胞溶解手段へ押し込み、十分な流動圧を付して細胞溶解を起こさせるポンプのごとき手段を含有してもよい。特定の細胞分析物を含有すると予想される細胞を含有する流体試料を、該器具の流入ポート51に適用した後に、ポンプ52を動作させて試料を装置10の該流動システム20を通過して押し込む。別法として、用いる分析装置に応じて、該試料は装置に注射してもよいし、あるいは、毛细管現象によって単独に該流動システムに注入してもよい。一の具体例において、該装置の該流動システムは、水力学的に十分な用量まで満たしてもよく、該器具を利用して該流動システムを通る流体流動を方向付けてもよい。

また、該分析装置は、該装置中の該メソスケールチャンネルの内容物を観察するための器具と組み合わせて用いることもできる。一の具体例において、該器具は、当該装置中のメソスケールチャンネルの内容物を観察するための顕微鏡よりなるものとする。もう一つの具体例において、図11および12に模式的に示す器具60のように、該器具はカメラを含有してもよい。該器具60には、ハウジング62、観察スクリーン64およびチップを該器具に挿入するた

該細胞捕捉領域中で、例えば、細胞表面分子を介して細胞に結合することができる該結合領域は、該チャンネル表面への物理的吸着、または、表面の化学的な活性化およびそれに続く生体分子の活性化表面への結合によって、該メソスケール流動チャンネルの表面上に固定化することができる。珪質のチャンネル表面の化学的な活性化、およびそれに続く結合部位の該表面への結合部位の結合には、当該分野で用いることができる技術を利用できる(例えば、ソリッド・フェーズ・バイオケミストリー(Solid Phase Biochemistry)、ダブリュ・エイチ、コウテン(W. H. Scouten)編、ジョン・ワ일리(John Wiley)、ニューヨーク(New York)、535-597頁(1983年)中のハーラー(Haller);およびマデニアス(Madenius)ら、アナリティカル・バイオケミストリー(Anal. Biochem.)、第137巻:106-114頁(1984年)、およびアナリティカル・バイオケミストリー(Anal. Biochem.)、第170巻:68-72頁(1988年)参照)。該結合部位は、(出典明示して本明細書の一部とみなす)USSN[代理人ファイル番号:UPA001(8261/2)]、メソスケール・ディテクション・ストラクチャーズ(Mesoscale Detection Structures)に開示されているごとく、該メソスケール流動システムの該細胞捕捉領域中に設けることもできる。特定の細胞型の捕捉は、適当な結合部位を選択することによって行うことができる。

図5に図示したごとく、該細胞取扱い領域22は、大きさにより細胞を分離するための細胞ふるい(cell sieve)を構成する突起物26よりなっている。典型的には、低下圧で細胞試料を該流動チャンネルを通して流動させると、該突起物26の間を通過することができる細胞のみが該流動チャンネルを通過して流動することができる。

該装置は、1の装置の該メソスケール流動システム中のいくつかの異なる細胞取扱い領域よりなっている。一の具体例において、図1、2および3に模式的に図示した該装置10は、メソスケール流動チャンネル20、細胞溶解チャンパー22、およびフラクタル検出領域40を微細加工したシリコン基材14を含有してもよい。該装置は細胞試料の予め選択された細胞内成分の存在を検出するのに用いることができる。該細胞溶解チャンパー22には、細胞膜を貫通する

めのスロット66を設ける。図12の断面図に示すごとく、該器具60には、ビデオカメラ68、光学システム70、および装置10を保持し、装置10の位置および角度を手動で調整できる傾斜機構72も含有させる。該光学システム70は、該チャンネル内容物を拡大するためのレンズシステム、ならびに光源を含有していてもよい。該ビデオカメラ68およびスクリーン64は、流動特性または色調のごとき試料流体特性における分析物誘起変化が、視覚的にモニターでき、所望により器具を用いて記録できるようにする。

本発明の装置は、種々の自動化された、敏感で迅速な流体試料の分析を行うのに用いることができる。該装置は、1つの流動システム中に一連の流体取扱い領域を加工してもよく、マイクロ容量スケールの流体細胞含有試料の迅速かつ効率的な多段階分析を可能とする。また、該装置は、例えば、共通の流入ポートを有する、2またはそれを超える別々の流動システムを含有させることができ、そこでは、分析の間に得られたデータを対照流動システムからのデータと比較できるように1つの流動システムが対照として適用される。かくして、一定範囲の分析を1つの装置で行うことができる。

一の具体例において、本発明の装置は、3もしくはそれを超える流入ポートおよび該ポートに流体連絡した分岐流動チャンネルよりなるものとする。該装置には、ポートを開閉して流動システムを通過する流体の流動を制御するためのバルブを器具中に設けることができる。図7に模式的に示す装置10に示すごとく、ポート16A、16B、16Cおよび16Dは、例えば、該装置と組み合わせて用いる器具の中のバルブ手段により独立して開閉し、該流動システム中の流体を、例えば、ポート16を介して、外へ向けるか、または、別法として、該フラクタル検出領域40およびポート16Dに向ける。

本発明は、以下の限定されない実施例からさらに理解されよう。

実施例1

(図5の断面図に図示する)7μm間隔を有する透膜物26を含有するチャンネルを、HTF-BSA培地で満たし、精液試料を流入ポートに適用する。透膜物を通る精子の進行を精子の運動性の指標として供し、対照試料と比較する。

特表平 7-506257 (7)

実施例 2

図 7 は、生物学的な流体試料の混合物中の細胞の亜集団から核酸を分離し検出するのに用いる基材 14 を含有する装置 10 を模式的に図示する。装置 10 上には、細胞分離チャンパー 22 A、細胞溶解チャンパー 22 B、濾過領域 28、セクション 22 C および 22 D よりなるポリメラーゼ連鎖反応 (PCR) チャンパー、およびフラクタル検出領域 40 を包含するメソスケール流動経路 20 を微細加工する。また、該メソスケール流動システム 20 には、流入ポート/排出ポート 16 A、16 B、16 C および 16 D を設ける。該装置は、図 4 に示す器具 50 のごとき器具と組み合わせて用いる。該器具には、該装置中のポート 16 に通ずる流動経路、および該ポート 16 を機械的に開閉するバルブを設ける。また、該器具には、該装置を通る試料流体の流動を調整するためのポンプ 52 も含有させる。該取付具には、さらに、該装置中の PCR 反応チャンパー部分 22 C および 22 D を加熱するための手段も含有させる。

最初に、器具中のバルブを用いて、ポート 16 C および 16 D を閉じる一方で、該ポート 16 A および 16 B を開ける。該器具中のポンプ 52 によって、細胞混合物を含有する試料を試料流入ポート 16 A に向け、該メソスケール流動経路 20 を通じて分離チャンパー 22 A に流動させる。チャンパー 22 A は、該チャンパーの壁に固定化された結合部位を含有し、これは該試料中の所望の型の細胞上の表面分子に選択的に結合する。残りの細胞成分は、ポート 16 B を介して該基材から排出される。所望の細胞集団がチャンパー 22 A 中に結合した後に、緩衝液を流し続け、洗浄して、該細胞集団の単離を確実とする。次に、ポート 16 B を閉め、16 C を開ける。次いで、流動を十分に増加させて、該固定化された細胞を追い出す。流動を続け、細胞を覆う通突起物 24 を通じて細胞をチャンパー 22 B へ押し込み、これによって該細胞が破れて細胞内物質が放出される。

試料流動をフィルター 28 を通過させて継続し、これにより、大きな細胞膜成分および他の夾雑物を濾去して、流動チャンネル 20 B によって PCR チャンパー部分 22 D に結合した該メソスケール PCR チャンバーセクション 22 C まで至らしめる。次いで、該 PCR アッセイに要する Taq ポリメラーゼ、プライマー

および他の試薬を、該器具中の対合するポートおよび流動経路からポート 16 C を通じてセクション 22 D へ添加し、細胞の分離された亜集団からの細胞内可溶性成分および PCR 試薬が混合される。ポート 16 A を閉じて、ポート 16 B を介して結合した該器具中のポンプを用いて、該 PCR 試料および試薬を、それぞれ 94℃ および 65℃ に設定したセクション 22 C および 22 D の間に、流動チャンネル 20 B を通じて循環させて、複数のポリヌクレオチド融解および重合サイクルを行い、生成物ポリヌクレオチドが増幅される。該メソスケール PCR 分析は、(出典明示して本明細書の一部とみなす) USSN [代理人ファイル番号 UPA 004 (8261/5)]、メソスケール・ポリヌクレオチド・アンプリフィケーション・アナリシス (Mesoscale Polynucleotide Amplification Analysis) に開示されている方法により行う。

次いで、該器具中のバルブを用いてポート 16 C を閉じ、ポート 16 D を開く。次いで、ポート 16 B に結合した器具中のポンプを用いて、該細胞集団から単離した増幅ポリヌクレオチドをフラクタル検出領域 40 へ向ける。該フラクタル検出領域 40 中の流動制限を、増幅されたポリヌクレオチド生成物の存在の陽性指標として供し、該検出領域にわたって設けられたガラスカバーを通して光学的に検出する。

前記したものは模式的方法により記載されているもので、本発明が、本明細書中に記載した構造および方法の意図の範囲内の他の形態をとらうことは理解されよう。当業者なら変形および修飾が思い付くであろうし、かかる全ての変形および修飾は請求の範囲に定義したごとく本発明の一部と考えられよう。

FIG. 1

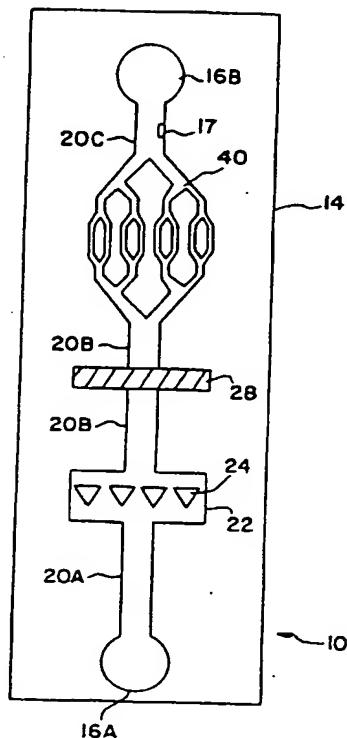


FIG. 2

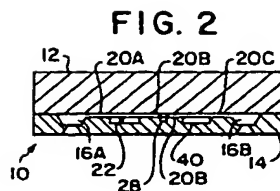


FIG. 3

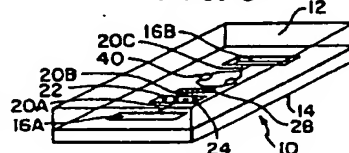


FIG. 4

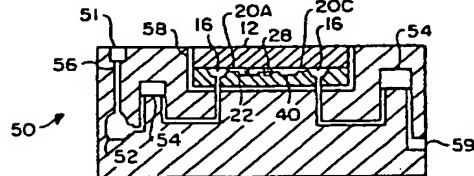


FIG. 5

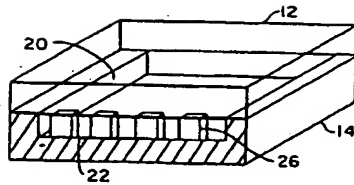


FIG. 6

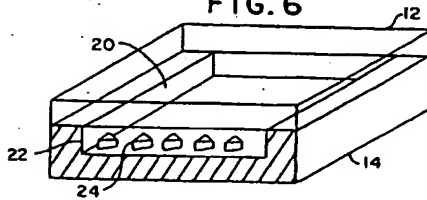


FIG. 7

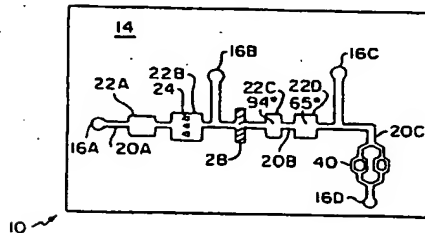


FIG. 8

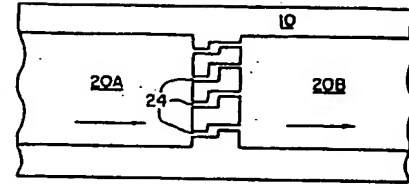


FIG. 9

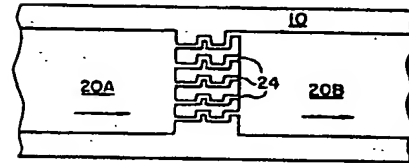


FIG. 10

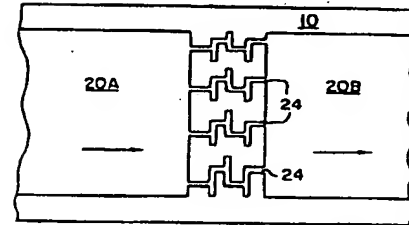


FIG. 12

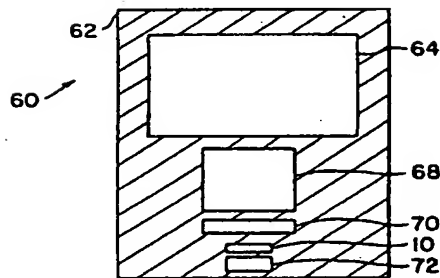
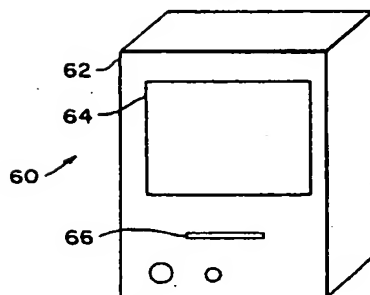


FIG. 11



国际调查報告

International Application No. PCT/US 93/04018

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
According to International Patent Classification (IPC) or to both International Classification and IPC Int. Cl. 5 B 01 L 3/00 C 12 M 3/08 G 01 N 15/10		
II. FIELD OF INVENTION		
"Minimum Overlap/Overlap Required" Classification Scheme Classification System Int. Cl. 5 B 01 L C 12 M		
Documents searched other than Abstracts Dependent on the Claims that such Documents are included in the Field Search?		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ¹⁾		
Category ²⁾	Criteria of Document, if not indicated, where appropriate, of the relevant paragraph ¹⁾	Relevant to Claim No. ³⁾
X	US A, 4676274 (J.F. BROWN) 30 June 1987	1-2
A	see column 9, line 22 - line 30; figure 12 see column 12, line 10 - line 60; figure 18 see column 12, line 45 - line 50 see column 12, line 44 - line 45	3-4, 6, 3-4
X	1988 IEEE INDUSTRY APPLICATIONS SOCIETY ANNUAL MEETING vol. 2, October 1988, ATLANTA (US) pages 1735 - 1740 WASHIZU ET AL. "handling of biological cells using fluid integrated circuits" cited in the application see page 1735, column 2, paragraph 2 see page 1739, column 1	1, 2
¹⁾ "Search categories of cited documents": ^{A)} Document affecting the general state of the art which is not considered to be of particular relevance ^{B)} Document not published in or after the International Filing Date ^{C)} Document which does not contain any priority effects or which is used as evidence of the prior art of another document or which is not relevant for the purposes of the present application ^{D)} Document published prior to the International Filing Date but later than the priority date claimed ^{E)} Document published after the International Filing Date of a priority claim and not in compliance with the requirements of the Paris Convention or the Patent Cooperation Treaty ^{F)} Document published after the International Filing Date of a priority claim and not in compliance with the requirements of the Paris Convention or the Patent Cooperation Treaty ^{G)} Document published after the International Filing Date of a priority claim and not in compliance with the requirements of the Paris Convention or the Patent Cooperation Treaty ^{H)} Document published after the International Filing Date of a priority claim and not in compliance with the requirements of the Paris Convention or the Patent Cooperation Treaty ^{I)} Document published after the International Filing Date of a priority claim and not in compliance with the requirements of the Paris Convention or the Patent Cooperation Treaty ^{J)} Document published after the International Filing Date of a priority claim and not in compliance with the requirements of the Paris Convention or the Patent Cooperation Treaty ^{K)} Document published after the International Filing Date of a priority claim and not in compliance with the requirements of the Paris Convention or the Patent Cooperation Treaty ^{L)} Document published after the International Filing Date of a priority claim and not in compliance with the requirements of the Paris Convention or the Patent Cooperation Treaty ^{M)} Document published after the International Filing Date of a priority claim and not in compliance with the requirements of the Paris Convention or the Patent Cooperation Treaty ^{N)} Document published after the International Filing Date of a priority claim and not in compliance with the requirements of the Paris Convention or the Patent Cooperation Treaty ^{O)} Document published after the International Filing Date of a priority claim and not in compliance with the requirements of the Paris Convention or the Patent Cooperation Treaty ^{P)} Document published after the International Filing Date of a priority claim and not in compliance with the requirements of the Paris Convention or the Patent Cooperation Treaty ²⁾ Categories of Documents: ³⁾ Relevant to Claim No.		
IV. CERTIFICATION		
Date of the latest Communication of the International Bureau		Date of Mailing of the International Search Report
03-09-1993		28. 01. 94
International Searching Authority		Signature of Authorizing Officer
EUROPEAN PATENT OFFICE		HOCQUET A.P.

International Application No. PCT/US 93/04018

IN NOCT WHICH IS CONSIDERED TO BE RELEVANT (CONTINUED FROM THE SECOND SHEET)

Category	Character of Document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Reference to Class No.
A	1987 IEEE INDUSTRY APPLICATIONS SOCIETY ANNUAL MEETING vol. 2, October 1987, ATLANTA (US) pages 1549 - 1553 MASUDA ET AL. 'novel method of cell fusion in field constricton area in fluid integrated circuit' cited in the application see figures 2-3	1
A	DE, A, 4028771 (SOBOLEWSKI) 21 February 1991	3, 7
A	US, A, 4350768 (TIHON ET AL.) 21 September 1982 see column 4, line 20 - line 51	8, 9

Form PCT/ISA/210 (continued from first sheet)

International Application No. PCT/US 93/04018

国际调查报告

Box I (Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of Item 1 of first sheet))

The international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(c) for the following reasons:

- ☐ Claims from: because they relate to subject matter not required to be searched by the Authority, namely:
- ☐ Claims from: because they relate to prior art of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that an international search can be carried out, specifically:
- ☐ Claims from: because they are dependent claims and are drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 4.4(c).

Box II (Observations where unity of invention is lacking (Continuation of Item 1 of first sheet))

The International Searching Authority found multiple inventions in the international application, as follows:

For further information please see form PCT/ISA/206 mailed 27.09.93.

- ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, the international search report covers all new claims of the invention.
- ☐ As all searchable claims could be searched without effort paying an additional fee, the Authority did not accept payment of any additional fee.
- ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, the international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims from:
- ☒ As no required additional search fees were timely paid by the applicant, the international search report is restricted to the inventions first mentioned in the claims; it is covered by claims from:

Claims 1-2, 3-9

Remarks on Prior Art:

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's promise.

☐ The present international search report is based on the payment of additional search fees.

Form: PCT/ISA.210 (continuation of first sheet (1)) (July 1992)

国际调查报告

US 9304018
SA 73833

This entry into the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report, the numbers are as contained in the European Patent Office EPO file no. 14/12/93. The European Patent Office is not responsible for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent documents cited in search report	Publication date	Patent family members	Publication date
US-A- 4676274	30-06-87	EP-A- 0293519	07-12-88
DE-A- 4028771	21-02-91	DE-U- 8911026	02-11-89
US-A- 4350768	21-09-82	US-A- 4413059	01-11-83

フロントページの続き

(31)優先権主張番号 877, 662
(32)優先日 1992年5月1日
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 877, 701
(32)優先日 1992年5月1日
(33)優先権主張国 米国(US)

(31)優先権主張番号 877, 702
(32)優先日 1992年5月1日
(33)優先権主張国 米国(US)
(81)指定国 EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), AU, CA, JP
(72)発明者 ゼメル, ジェイ・エヌ
アメリカ合衆国19046ペンシルベニア州、
ジェンキンタウン、ミーティングハウス・
ロード223番